Optique géométrique

Indice de réfraction relatif :

de milieu 2 par rapport au milieu 1.

$$n_{2/1} = \frac{v_1}{v_2}$$

plus le n est grand, plus le milieu est dit réfringent.

Indice de réfraction absolu :

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}$$

. $n \geq 1$ car $v < c$

Longueur d'onde :

Période spatiale $\lambda = v \times T$

λ (m), v (m.s⁻¹ → $m.s^{-1}$), T (s)

Avec T : période temporelle $\Rightarrow T = \frac{1}{\nu}$ → Hz

ν : la fréquence.

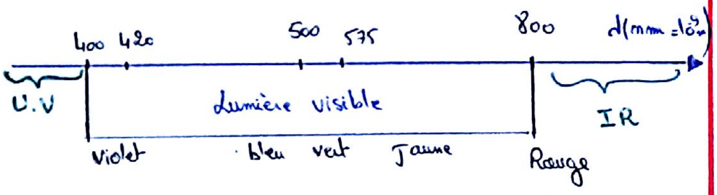
$$\Rightarrow \lambda = \frac{c \times T}{n} = \frac{\lambda_{vide}}{n}$$

λ_{vide} : longueur d'onde dans le vide

$$\lambda_{vide} = c.T$$

λ : dépend du milieu dans lequel l'onde se propage. $\frac{\lambda}{\lambda_{vide}} = \frac{v}{c}$

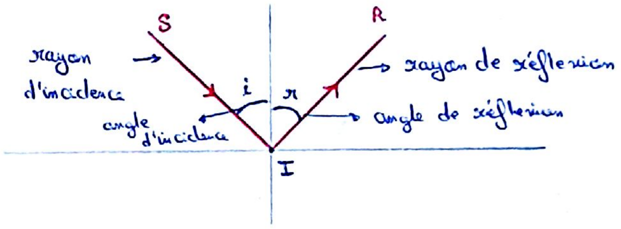
Lumière visible à l'œil nu :



Les lois de Snell-Descartes :

Réflexion :

1) Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale appartiennent au même plan, le plan d'incidence.



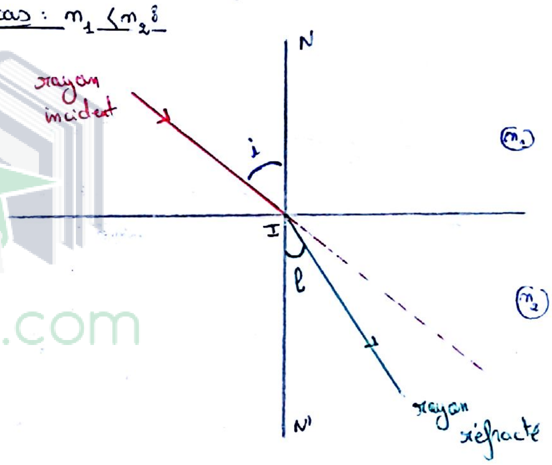
2) L'angle d'incidence i, est égale à l'angle de Réflexion

$$i = r$$

Réfraction :

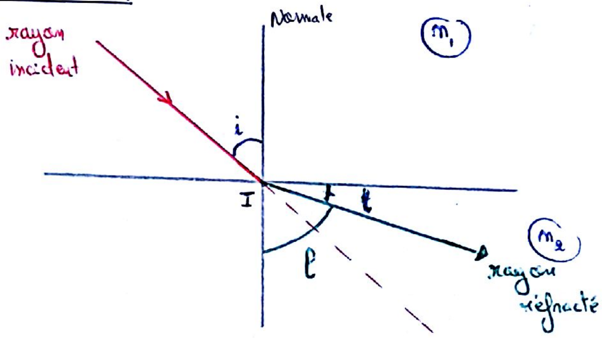
Le rayon incident, le rayon réfracté et la normale appartiennent au même plan, le plan d'incidence.

1ère cas : $n_1 < n_2$:



$n_1 < n_2 \Rightarrow i > \ell$

2ème cas $n_1 > n_2$:



$n_1 > n_2 \Rightarrow i < \ell$

Entre les angles d'incidence, i, et de réfraction ℓ, existe la relation

$$n_1 \times \sin i = n_2 \cdot \sin \ell.$$

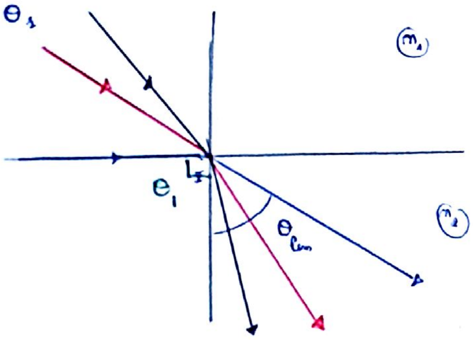
Scanned by CamScanner
exosup.com
page facebook

Réfraction limite, réflexion totale

1) $n_2 > n_1$

Le rayon se dirige vers le milieu le plus réfringent :

$\theta_2 < \theta_1$

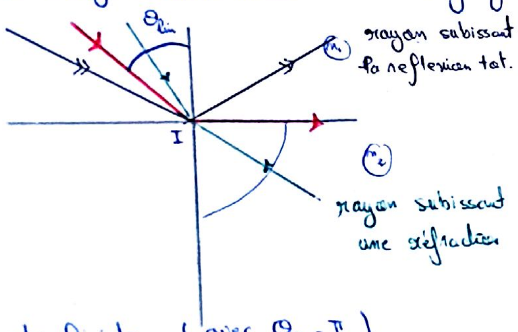


θ_{lim} : angle limite (avec $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$)

$$\theta_{lim} = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$$

2) $n_1 > n_2$:

Le rayon se dirige vers le milieu le moins réfringent



θ_{lim} = angle limite (avec $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$)

$$= \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

- Si $\theta_1 > \theta_{lim}$ => il y'aura une réflexion totale
- Si $\theta_1 < \theta_{lim}$ => il y'aura une réfraction

D'une manière générale : θ_{lim} vérifie l'égalité :

$$\sin\theta_{lim} = \frac{n\ faible}{n\ grand} \Rightarrow \theta_{lim} = \arcsin\left(\frac{n\ faible}{n\ grand}\right)$$

θ_{lim} se trouve toujours dans le milieu d'indice plus grand

Stigmatisme :

Un système optique est stigmatique si à objet ponctuel correspond une image ponctuel.

Les seuls instrument optiques stigm[atiques sont] les miroirs plans.

Conditions de Gauss :

Stipulent que : * le point d'incidence, I, est proche de l'axe optique de l'instrument.

* L'angle d'incidence i, est considéré petit.

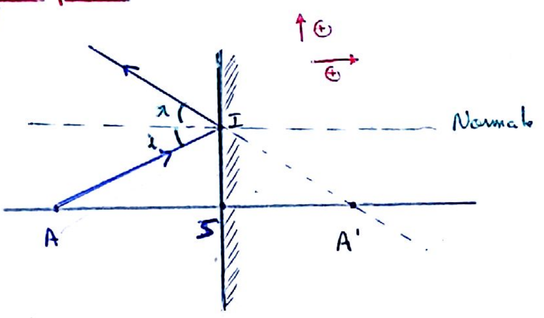
Remarque :

Dans les conditions de Gauss, on a un stigmatisme approché. Dans ce cas, i est petit et r l'est aussi

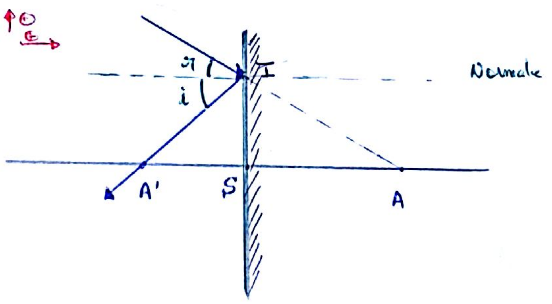
On a donc : $n_1 \times i = n_2 \times r$ loi de Kepler.

Miroir plan :

Objet réel, Image virtuelle



Objet virtuel, Image réelle



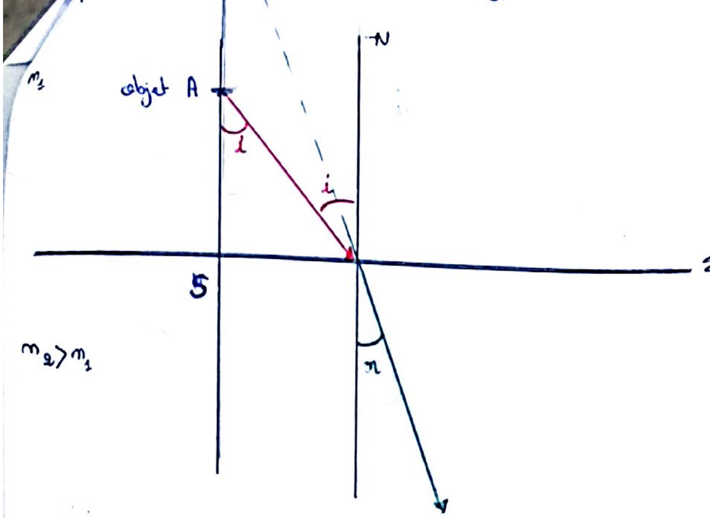
Relation de conjugaison

$$\overline{SA} = -\overline{SA'}$$

$\overline{SA}$ et $\overline{SA'}$ sont toujours de signes opposés donc un objet réel donne une image virtuelle et inversement.

... plan :

...ptre plan, noté Σ, est une surface plane qui ...pare deux milieux d'indices différents



Relation de conjugaison :

$2^{ème}$ loi de Snell - Descartes :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r.$$

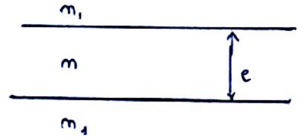
$\Rightarrow$ la relation de conjugaison

$$\frac{n_1}{\overline{SA}} = \frac{n_2}{\overline{SA'}} \Rightarrow \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = \frac{n_2}{n_1}$$

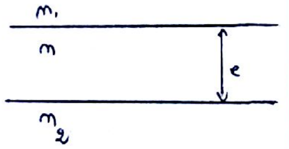
$$\boxed{\overline{SA'} = \overline{SA} \times \frac{n_2}{n_1}}$$

La lame à faces parallèles :

Deux dioptres plans parallèles distants de "e" et séparant trois régions de l'espace forment une lame à faces parallèles. Les milieux extrêmes sont identiques ou différents.

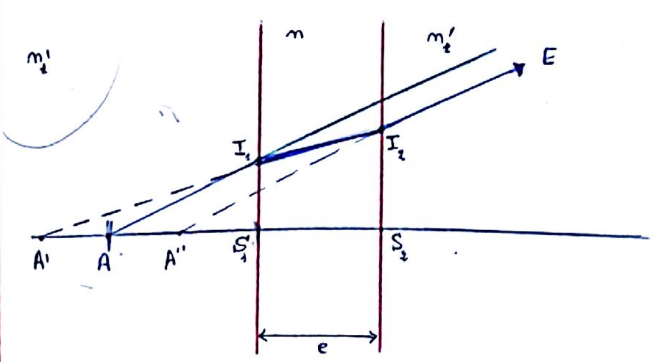


Milieux extrêmes identiques



Milieux extrêmes différents.

On se limite au cas où les milieux extrêmes sont identiques.



La Relation de conjugaison :

La relation de conjugaison du dioptre plan s'écrit :

$$\frac{n'}{\overline{S_1A}} = \frac{n}{\overline{S_1A'}} \quad \text{et} \quad \frac{n}{\overline{S_2A'}} = \frac{n'}{\overline{S_2A''}}$$

et comme $\overline{S_1S_2} = e$

$$\Rightarrow \boxed{AA'' = e\left(1 - \frac{n'}{n}\right)}$$

Ce déplacement est constant quelle que soit la position de l'objet.

Le prisme :

Le prisme est un milieu transparent d'indice n, limité par deux plans non parallèles.

- On suppose le prisme placé dans l'air

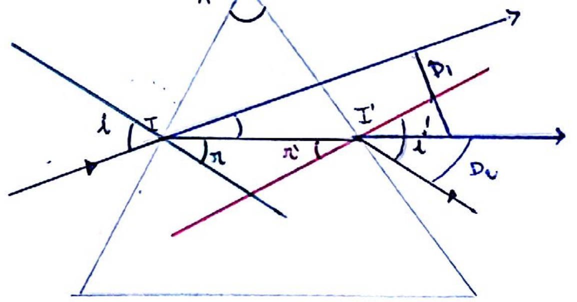
Relations du prisme

Au point I, $\sin i = n \sin r$ ①

" " I', $\sin i' = n \sin r'$ ②

$$r + r' = A \quad ③$$

$$D = D_1 + D_2 = i + i' - A \quad ④$$



Réfraction au point I d'incidence $\sin i = n \sin r$

Réfraction au point I' d'émergence $\sin i' = n \sin r'$

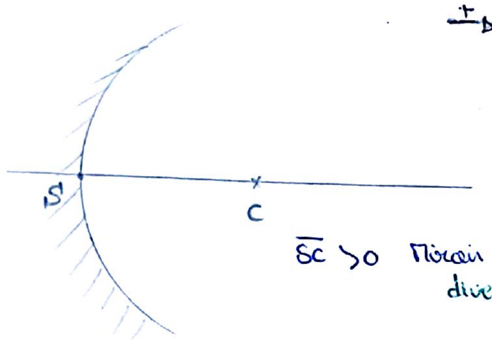
$\Rightarrow$ Relation entre r, r' et A. $r + r' = A$

Scanned by CamScanner
exosup.com
page facebook

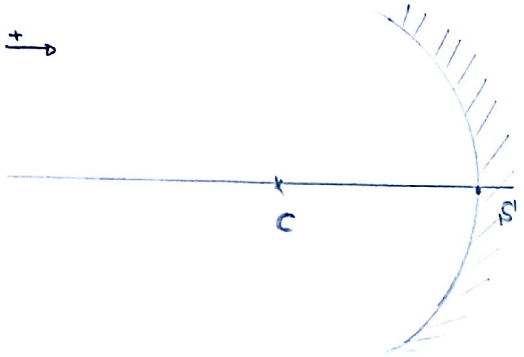
Miroir sphérique :

(4)

Un miroir sphérique est un morceau de parabole.



$\overline{SC} > 0$ Miroir convexe divergent



$\overline{SC} < 0$ Miroir concave convergent.

Relation de conjugaison

Soit un objet A sur l'axe optique et A' son image

la relation de conjugaison est :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

Foyer objet et Foyer image :

Si l'objet A est placé à l'infini (les rayons arrivent parallèles à l'axe optique), son image A' se trouve en un point noté F', appelé foyer image

On a donc $\frac{1}{\overline{SA}} \approx 0$, et alors $\frac{1}{\overline{SF'}} = \frac{2}{\overline{SC}}$

d'où $$\overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2}$$

La vergence

$$V = -\frac{1}{\overline{SF}} = -\frac{1}{\overline{SF'}} = -\frac{2}{\overline{SC}}$$

$V > 0$ pour un miroir concave

$V < 0$ pour un miroir convexe

Le grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$$

Construction de l'image.

1 – Le rayon issu de l'infini, parallèle à l'axe optique et passant par B se réfléchit en passant par F

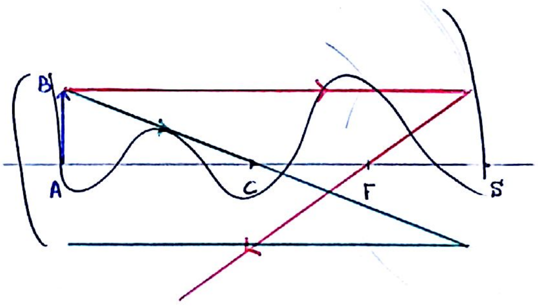
2. Le rayon passant par B et S revient symétriquement par rapport à l'axe optique

3 - Le rayon passant par C revient sur lui même

4 - Le rayon passant par B et F revient parallèlement à l'axe optique

Application Miroir concave

- Objet réel avant C



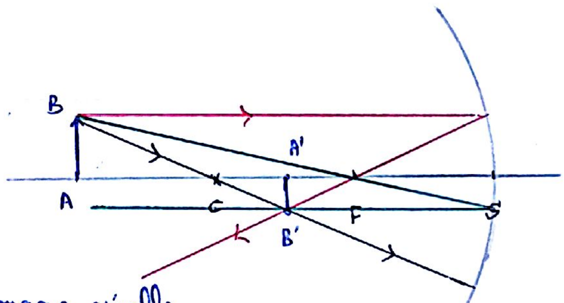


Image réelle

$-1 < \gamma < 0$

... entre C et F

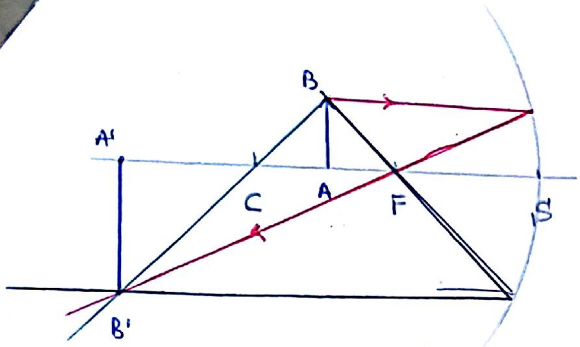
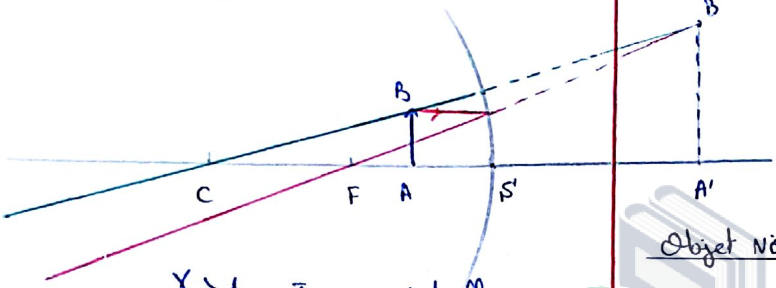


Image réelle $\gamma < -1$

Ces deux cas se déduisent l'un de l'autre par le principe du retour inverse.

3) Objet réel entre F et S.



$\gamma > 1$ Image virtuelle

4) Objet virtuel :

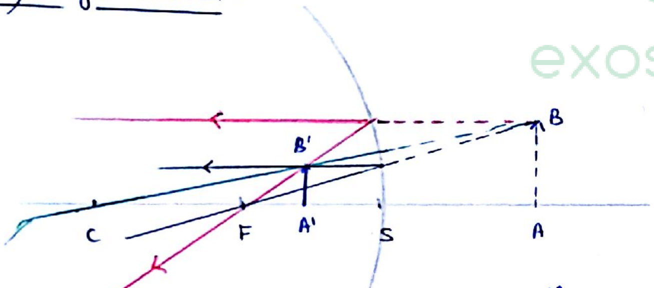


Image réelle

$0 < \gamma < 1$

Miroir Convexe

1) Objet réel

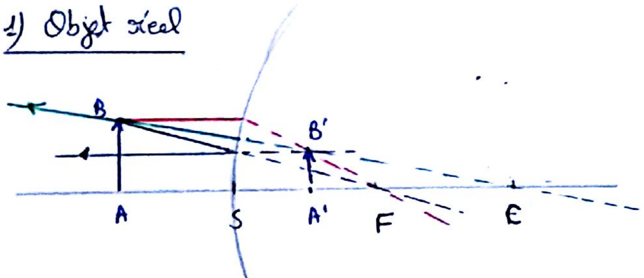
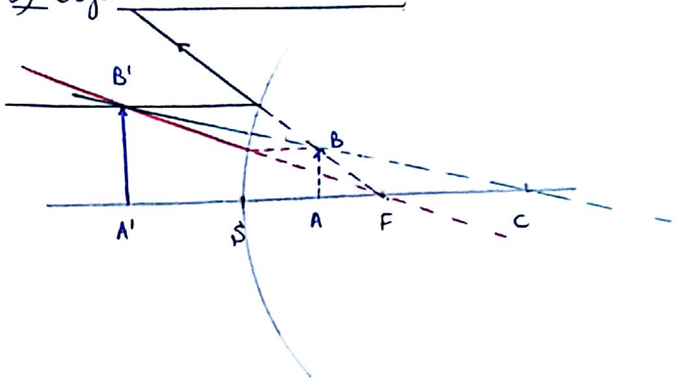


Image virtuelle

$0 < \gamma < 1$

2) Objet virtuel entre S' et F



3) Objet virtuelle entre F et C

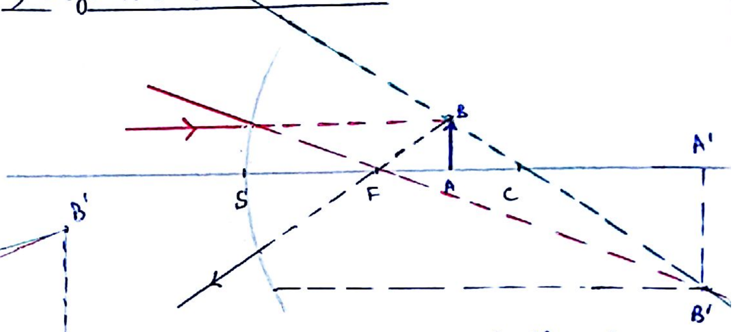
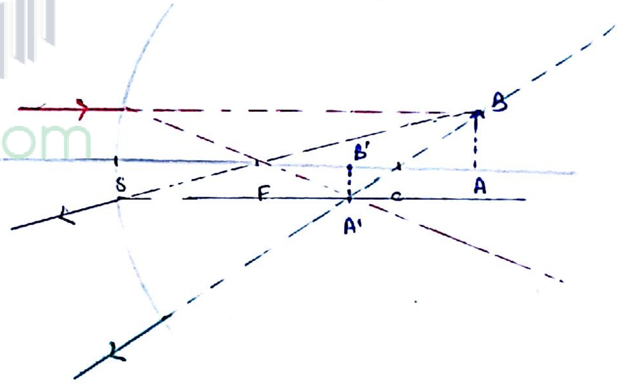


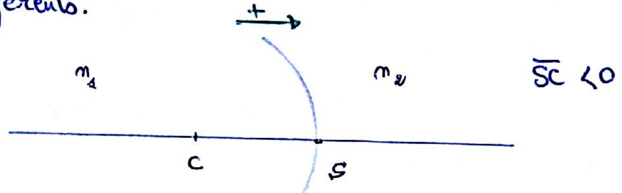
Image virtuelle $\gamma < -1$

Objet virtuel après C



Dioptre sphérique

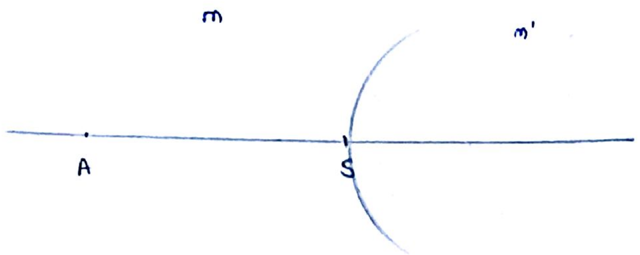
Un dioptre sphérique est un système optique transparent qui sépare deux milieux d'indices différents.



Le sens positif : le sens de propagation de la lumière

Scanned by CamScanner
exosup.com
page facebook

Relation de conjugaison



$$\frac{n_2}{\overline{SA'}} - \frac{n_1}{\overline{SA}} = \frac{n_2 - n_1}{\overline{SC}}$$

Foyer image

$\overline{SA} \rightarrow \infty$
$A' = F'$ $\Rightarrow$ $\overline{SF'} = \dfrac{n_2 \overline{SC}}{n_2 - n_1}$

Foyer objet :

$\overline{SA'} \rightarrow \infty$
$A = F$ $\Rightarrow$ $\overline{SF} = \dfrac{-n_1}{n_2 - n_1} \overline{SC}$

Le Grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$$

$\overline{SA} < 0 \rightarrow$ objet réel
$\overline{SA'} > 0 \rightarrow$ image réelle

La vergence (dioptries) :

$$V = -\frac{n}{\overline{SF}} = \frac{n'}{\overline{SF'}} = \frac{n_2 - n_1}{\overline{SC}}$$

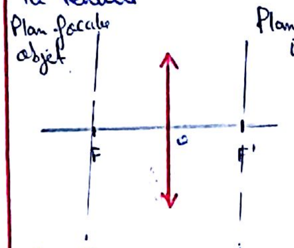
Si $V > 0$ $\Rightarrow$ dioptre convergent
— C situé dans le milieu d'indice le plus elevé.
$\overline{SC} > 0$

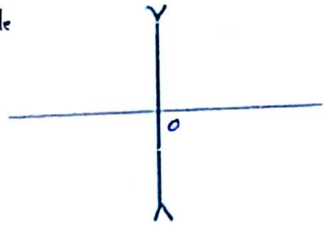
Les caractéristiques de l'image observée :

* Si $\gamma > 0$, L'image a le m̂ sens que l'objet, on dit qu'elle est droite
* Si $\gamma < 0$, L'image est de sens contraire à l'objet. on dit qu'elle est renversée
* Si $|\gamma| > 1$, L'image plus grande que l'objet;
  Si $|\gamma| < 1$ L'image plus petite que l'objet;
  Si $|\gamma| = 1$ L'image de m̂ taille que l'objet

Les Lentilles :

Une lentille sphérique est constitué de 2 dioptres. Si l'épaisseur e, de la lentille vérifie $e \ll \overline{C_1S_1}$, $e \ll \overline{C_2S_2}$ et $e \ll |\overline{C_1S_1} - \overline{C_2S_2}|$ alors la lentille dite mince $\Rightarrow S_1 \equiv S_2 = O$; où O le centre optique de la lentille





- Lentille convergente
- " mince
- " biconvexe

- Lentille divergente
- " épais
- " biconcave

Relation de conjugaison

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

F' : Foyer principale image de la lentille
F : " " objet
$\overline{OF} \neq \overline{OF'}$ dans les dioptres
la distance focale image $\overline{OF'}$, et la distance focale objet vérifiant $\overline{OF'} = \overline{OF}$

- Si la lentille est convergente, alors $\overline{OF'} > 0$ (convexe)
- " " divergente, " $\overline{OF'} < 0$ (concave)

La vergence :

$(\delta) \leftarrow V = \dfrac{1}{\overline{OF'}}$

$V > 0 \rightarrow$ convergente ; $V < 0 \rightarrow$ DV.

Le grandissement :

- du 1er dioptre $\gamma_1 = \dfrac{n_1}{n_2} \cdot \dfrac{\overline{OA''}}{\overline{OA}}$
- " 2ème dioptre $\gamma_2 = \dfrac{n_2}{n_1} \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA''}}$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \underbrace{\frac{\overline{A'B'}}{\overline{A''B''}}}_{\gamma_1} \times \underbrace{\frac{\overline{A''B''}}{\overline{AB}}}_{\times \gamma_2} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

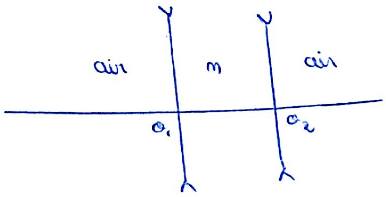
… S' et F

…illes :

… de deux lentilles non accolées avec un milieu d'indices entre elles :

La formule de Gullstrand s'écrit

$$C = C_1 + C_2 - \frac{\overline{O_1O_2}}{n} C_1 . C_2$$



* Si $n = 1$ $\quad C = C_1 + C_2 - \underbrace{\overline{O_1O_2}}_{e} C_1 C_2$

Si les deux lentilles sont accolées, on a $C = C_1 + C_2$. $(e = 0)$

γ_a : le grandissement de l'association des 2 lentilles

$$\gamma_a = \gamma_1 . \gamma_2$$

On a $\gamma_a^2 = \frac{S''}{S'}$.

Scanned by CamScanner